

УДК 615.472:534-8:51-74

**ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПЕРЕХОДНЫХ УЧАСТКОВ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СТУПЕНЧАТЫХ ВОЛНОВОДОВ
ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТРОМБОЭКТОМИИ**

Студенты гр. 11307216 Роговцова А. С., Муха И. М.,
студент гр. 11307116 Жуков В. И.

Кандидат техн. наук, доцент Степаненко Д. А.
Белорусский национальный технический университет

Одним из применений ультразвука в медицине является восстановление проходимости артерий при тромбозах путем кавитационного разрушения тромбов – ультразвуковая тромбоэктомия. Данная операция осуществляется с помощью ступенчатых волноводов, ступени которых соединяются между собой плавными переходными участками. Форма переходных участков запатентована производителем волноводов и, по данным производителя, описывается многочленами Фурье. В данной работе предложено уравнение, описывающее форму переходных участков волновода, и исследовано влияние входящего в это уравнение параметра на характеристики волновода, в частности, коэффициент усиления колебаний по амплитуде и максимальную амплитуду механических напряжений. Уравнение переходного участка описывается многочленом Фурье и имеет вид:

$$d(x) = A(1 - \cos(2\pi x/L)) + 0,5(d_1 - d_2)\cos(\pi x/L) + 0,5(d_1 + d_2)\cos(2\pi x/L),$$

где d – диаметр; A – параметр, определяющий форму участка; L – длина участка; d_1, d_2 – начальное и конечное значения диаметра.

Функция $d(x)$ является убывающей при условии $0,375d_1 + 0,625d_2 \leq A \leq 0,625d_1 + 0,375d_2$, причем переходный участок с минимальным значением параметра A имеет наименьшую массу. Для серийно выпускаемых волноводов с $d_1 = 2$ мм и $d_2 = 0,9$ мм было получено значение $A = 1,389$ мм, близкое к минимальному значению $A_{\min} = 1,312$ мм, а для волноводов с $d_1 = 0,9$ мм и $d_2 = 0,5$ мм – значение $A = 0,667$ мм, близкое к минимальному значению $A_{\min} = 0,65$ мм. По сравнению со случаем ступенчатого волновода без переходного участка коэффициент усиления снижается на 0,3..0,7 %, а максимальная амплитуда напряжений снижается примерно на 1,0..1,1 %. Таким образом, наличие переходного участка и его параметры незначительно влияют на коэффициент усиления колебаний и максимальную амплитуду напряжений. Для используемых на практике волноводов значение параметра A близко к минимальному значению A_{\min} , что обеспечивает минимальную массу переходного участка и минимальную скорость изменения амплитуды напряжений по координате x вблизи опасного сечения.